بسم الله الرحمن الرحیم

سوالات و پاسخ

مرحله اول

ششمین المپیاد

نجوم و اخترفیزیک

ویرایش و پاسخ: کامبیز خالقی

تذکرات پیش از آزمون:

ضمن آرزوی موفقیت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمندیم به موارد زیر توجه فرمایید:

۱- لطفاً مشخصات، کد آموزشگاه و کد دانش آموزی خود را آن طوری که در پاسخ نامه از شما خواسته شده، به دقت در محل مربوط بنویسید.

۲- لطفاً در پر کردن ردیف مربوط به تاریخ تولد دقت کنید.

۳- کد دفترچه سؤال شما (۱) اس که لازم است این عدد را در پاسخ نامه در محل مربوط علامت بزنید. در غیر این صورت پاسخ نامه ی شما تصحیح نخواهد شد توجه کنید، کد دفترچه سؤال شما که در بالای هر صفحه نوشته شده، با کد اصلی که در این صفحه است برابر باشد.

۴- این آزمون ۳۷ سؤال چند گزینه ای و ۷ مسئله ی کوتاه دارد و وقت آن ۴ ساعت است.

۵- استفاده از ماشین حساب مهندسی که قابل برنامه ریزی نیست، مجاز است.

۶- استفاده از جدول های نجومی، اطلس ها و الماناک ها به هر شکل که باشند، مجاز نیست.

۷- در قسمت سؤال های چند گزینه ای، پاسخ های غلط نمره ی منفی دارند. هر سؤال فقط یک جواب درست دارد. علامت زدن بیش از یک گزینه برای یک سؤال، نمره ی منفی را دو برابر خواهد کرد؛ حتی اگر یکی از گزینه های علامت زده شده درست باشد.

۸- پاسخنامه را تمیز نگه دارید از تا کردن آن خودداری کنید. فقط در آنجایی که از شما خواسته شده، چیزی بنویسید یا علامت بزنید. هرگز در پشت پاسخ نامه چیزی ننویسید. هر نوشته یا علامت نامربوط، ممکن است دستگاه علامت خوان را به اشتباه بیاندازد.

۹- به همراه داشتن تلفن همراه یا هر گونه وسیله ی ارتباطی دیگر مجاز نیست.

۱۰- نتایج این مرحله از آزمون المپیاد، اواخر اسفند ماه اعلام خواهد شد.

تکثیر این سوالات تنها بدون دریافت وجه و فقط برای افزایش سطح علمی دانش‌آموزان بلا مانع است.

ویرایش و پاسخ به ترتیب حروف الفبا : یاشار بهمند، کامبیز خالقی، ذوالفقار دانشی‌نسب، احمد رمضان زاده، احسان مهرجو

ثابت های فیزیکی و نجومی

G	ثابت جهانی گرانش	$۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}m^{۳}kg^{-۱}s^{-۱}$
kg	ثابت استفان بولتزمن	$۵/۶۷\times۱۰^{-۸}Wm^{۲}K^{-۴}$
h	ثابت پلانک	$۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}Js$
c	سرعت نور	$۳\times۱۰^{۸}ms^{-۱}$
	سال نجومی	$۳۶۵/۲۶days$
	سال اعتدالی	$۳۶۵/۲۴days$
pc	پارسک	$۳/۰۹\times۱۰^{۱۶}m$
Au	واحد نجومی	$۱/۵۰\times۱۰^{۱۱}m$
Ly	سال نوری	$۹/۴۶\times۱۰^{۱۵}m$
R_{Θ}	شعاع خورشید	$۶/۹۶\times۱۰^{۸}m$
$R_{\oplus}$	شعاع زمین	$۶/۳۸\times۱۰^{۶}m$
	شعاع مشتری در استوا	$۷/۱۵\times۱۰^{۷}m$
	شعاع ماه	$۱/۷۴\times۱۰^{۶}m$
	شعاع مداری ماه	$۳/۸۴\times۱۰^{۸}m$
M_{Θ}	جرم خورشید	$۱/۹۹\times۱۰^{۳۰}kg$
$M_{\oplus}$	جرم زمین	$۵/۹۷\times۱۰^{۲۴}kg$
	جرم مشتری	$۱/۹۰\times۱۰^{۲۷}kg$
T_{Θ}	دمای خورشید	$۵/۷۹\times۱۰^{۶}kg$
L_{Θ}	درخشندگی خورشید	$۳/۸۵\times۱۰^{۲۶}W$
	ثابت خورشیدی	$۱/۳۷\times۱۰^{۳}Wm^{-۲}$
in	اینچ	$۲/۵۴cm$
m_{Θ}	قدر ظاهری خورشید	$-۳۶/۸$
	قدر ظاهری ماه بدر	$۱۳/۷$
	عمر خورشید	$۱۰^{۱۰}years$
$H_{.}$	ثابت هابل	$۷۰Ks^{-۱}Mpc^{-۱}$
eV	الکترون ولت	$۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}J$

۱) IRYSC.COM دو سیاره، دور یک ستاره می گردند. مداری یکی، دایره‌ای به قطر D و مدار دیگری یک بیضی به قطر بزرگ D و قطر کوچک βD با $\beta < ۱$ است. سرعت متوسط هر سیاره را طول مسیری که سیاره طی یک دوره می پیماید تقسیم بر دوره تعریف می کنیم. سرعت متوسط سیاره با مدار دایره را $v_۱$ ، و سرعت متوسط سیاره با مدار بیضی را $v_۲$ می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟

الف) $v_۲ < v_۱$ ب) $v_۲ = v_۱$ ج) $\beta v_۲ = v_۱$ د) $\beta v_۲ > v_۱$

۲) IRYSC.COM دو سیاره، دور یک ستاره می‌گردند و قطر بزرگ مدارهایشان یکسان است. مدارهای این دو سیاره هم صفحه‌اند و یکدیگر را در دو نقطه قطع می‌کنند. در یک زمان یکی از سیاره‌ها در یک نقطه‌ی تقاطع و سیاره‌ی دیگر در نقطه‌ی تقاطع دیگر است. این دو سیاره، .....

الف) با هم برخورد خواهند کرد، اگر سوی گردش شان یکسان باشد. ب) حتماً با هم برخورد خواهند کرد.

ج) با هم برخورد خواهند کرد، اگر سوی گردش شان مختلف باشد. د) هرگز با هم برخورد نخواهند کرد.

۳) IRYSC.COM سرعت فرار از میدان گرانشی زمین، کمینه‌ی سرعتی است که اگر زمین نمی‌چرخید، جسمی که با آن سرعت از سطح زمین پرتاب می‌شد، از میدان گرانشی زمین خارج می‌شد. سرعت فرار در سطح زمین $۱۱/۲ Kms^{-۱}$ است. شعاع مشتری ۱۱/۲ برابر شعاع زمین، و جرم مشتری ۳۱۸ برابر جرم زمین است. سرعت چرخش (حرکت وضعی) مشتری در استوا $۱۲/۶ Kms^{-۱}$ است. کمینه‌ی سرعت یک جسم در سطح مشتری نسبت به سطح مشتری در آن نقطه، برای این که جسم از میدان گرانشی مشتری بگریزد، چه قدر است؟

الف) $۷۲/۳ Kms^{-۱}$ ب) $۵۹/۷ Kms^{-۱}$ ج) $۴۷/۱ Kms^{-۱}$ د) $۳۴/۵ Kms^{-۱}$

۴) IRYSC.COM ویه‌ی محور دوران زمین با راستای عمود بر صفحه ی مداری زمین $۲۳/۵^\circ$ است. در روز اول فروردین در نقطه‌ای از تهران با عرض جغرافیایی $۳۵/۷^\circ$، زاویه ی مسیر روزانه‌ی خورشید در آسمان با افق، وقت طلوع یا غروب چه قدر است؟

الف) ۹۰° ب) $۵۴/۳^\circ$ ج) $۳۵/۷^\circ$ د) $۱۲/۲^\circ$ ه) $۷۷/۵^\circ$ و) $۳۰/۸^\circ$

۵) IRYSC.COM اختلاف بیشینه و کمینه‌ی قدر ظاهری یک ستاره ۱ است. دوره‌ی تغییرات قدر ظاهری این ستاره ۱ روز است. فرض‌کنید تغییر قدر ظاهری این ستاره ناشی از فقط تغییر فاصله‌ی آن از زمین باشد. اگر نصف مجموع فاصله‌های این ستاره در حالت بیشینه و کمینه‌ی قدر را R بنامیم، با فرض این که سرعت این ستاره نسبت به زمین دست بالا سرعت نور است، بیشینه‌ی R چند سال نوری است؟

الف) ۶×۱۰^{-۳} ب) ۲×۱۰^{۳} ج) ۳×۱۰^{۳} د) ۴×۱۰^{۶} ه) ۳×۱۰^{-۳}

۶) IRYSC.COM جهت حرکت وضعی کدام یک از گزینه ها با بقیه متفاوت است؟

الف) زهره ب) زمین ج) مریخ د) مشتری ه) عطارد

۷) IRYSC.COM اگر قرار باشد یک صورت فلکی به صورت‌های فلکی منطقه البروجی اضافه کنیم، صورت فلکی مناسب کدام است؟

الف)حوت جنوبی ب) فرس اعظم ج) مارافسای
د) جبار ه)امراه المسلسله و) دب اکبر

۸) IRYSC.COM کدام یک از زمان های زیر طولانی تر است؟

الف) ماه گرهی ب) ماه نجومی ج) ماه آنومالی د) ماه هلالی

۹) IRYSC.COM سیاره زحل در نیمه دوم بهار و اوایل تابستان امسال هنگامی که روی نصف النهار ناظر قرار داشت، از پشت چشمی تلسکوپ و در بزرگنمایی های زیاد مطابق کدام گزینه دیده می شد؟

الف)

ب)

ج)

د)

ه)

و)

۱۰) IRYSC.COM تاریک – روشن دریایی زمانی است که ارتفاع خورشید بین ۱۲- و ۶- درجه و تاریک – روشن نجومی زمانی است که ارتفاع خورشید بین ۱۸- و ۱۲- درجه باشد، کدام یک از گزینه های زیر در مورد وضعیت شبانه روز ساکنان یک ایستگاه تحقیقاتی در گرینلند با عرض جغرافیایی ۸۲ درجه شمالی درست است.

الف) آسمان منطقه از اول آذر تا اول بهمن در هنگام ظهر به حداکثر روشنایی در تاریک – روشن دریایی می رسد.

ب) آسمان منطقه از اول آذر تا اول بهمن در هنگام ظهر به حداکثر روشنایی در تایک – روشن نجومی می رسد.

ج) آسمان منطقه از ۱۵ آبان تا ۱۵ بهمن در هنگام ظهر به حداکثر روشنایی در تاریک – روشن دریایی می رسد.

د) آسمان منطقه از ۱۵ آبان تا ۱۵ بهمن در هنگام ظهر به حداکثر روشنایی در تاریک – روشن نجومی می رسد.

۱۱) IRYSC.COM کهکشان مارپیچی A در فاصله ی $۴۰Mpc$ و کهکشان مارپیچی B در فاصله ی $۸۰Mpc$ از ما قرار دارند. اگر درخشندگی مطلق (ذاتی) کهکشان A بر حسب‌درخشندگی‌مطلق(ذاتی)کهکشان B در ناحیه‌ی مرئی به‌صورت $L_A = ۸۱L_B$ باشد، حداکثر سرعت چرخش ستاره ها در کهکشان B چند برابر کهکشان A است؟(از سهم ماده تاریک صرف نظر کنید)

الف) ۰/۳۳ ب) ۸۱ ج) ۹ د) ۳ ه) ۰/۱۱

۱۲) IRYSC.COM قطر زاویه‌ای اجرام در عالمی با هندسه‌ی باز نسبت به عالمی با هندسه ی تخت، چگونه تغییر می‌کند؟

الف) تغییر نمی‌کند.

ب) بیشتر می‌شود.

ج) کم تر می‌شود.

د) چیزی نمی‌توان گفت.

ه) بسته به فاصله‌ی جرم می تواند بیشتر یا کمتر شود.

۱۳) IRYSC.COM اگر از یک تلسکوپ ۱۲ اینچ اشمیت – کاسگرین با فاصله کانونی ۲۵۰۰ میلیمتر استفاده کنیم، به شرط قرار دادن یک چشمی معمولی (۱/۲۵ اینچ) با فاصله کانونی ۲۶ میلیمتر و میدان دید ظاهری $FOV = ۴۵^\circ$، میدان دید واقعی تشکیل شده در پشت چشمی تقریباً چند درجه خواهد بود؟

الف) ۰/۲۵ ب) ۱/۴ ج) ۰/۷۶ د) ۱/۱ ه) ۰/۵۲ و) ۱/۹

۱۴) IRYSC.COM کدام یک از کهکشان زیر، کهکشان مارپیچی است و در میدان دید تلسکوپ، از لبه دیده می شود؟

الف) کهکشان حجار $(NGC۲۵۳)$ ب) کهشکان گرداب $(M۵۱)$ ج) کهکشان مثلث $(M۳۳)$

د) کهکشان بده ه) ابر ماژلانی کوچک و) کهکشان ذات الکرسی A

۱۵) IRYSC.COM برای رصد ستاره های خوشه پروین با گستردگی تقریبی ۱/۸ درجه در آسمان، استفاده از کدام ابزار را در اولویت می دانید؟

الف) تلسکوپ ۱۶ اینچ اشمیت- کاسگرین با نسبت کانونی ۶/۳ و چشمی ۲ اینچی ۴۰ میلیمتر با میدان دید ظاهری چشمی 72°

ب) تلسکوپ ۱۰ اینچ اشمیت- کاسگرین با نسبت کانونی ۲۵۴۰ میلیمتر و چشمی ۲۶ میلیمتر با میدان دید ظاهری چشمی 50°

ج) تلسکوپ ۵ اینچ شکستی با فاصله کانونی ۶۲۵ میلیمتر و چشمی ۱۰ میلیمتر با میدان دید ظاهری چشمی 50°

د) تلسکوپ ۸ اینچ نیوتونی با نسبت کانونی ۸ و چشمی ۲ اینچی ۳۲ میلیمتر با میدان دید ظاهری چشمی 72°

ه) تلسکوپ ۱۲ سانتیمتری شکستی با نسبت کانونی ۵ و چشمی ۲۵ میلیمتر با میدان دید ظاهری چشمی 50°

۱۶) IRYSC.COM دایره البروج از نزدیکی کدام دو ستاره عبور می‌کند؟

الف) قلب العقرب- نسرطائر ب) سماک اعزل- قلب الاسد ج) نسر واقع- ردف

د) رجل الجبار- شعرای شامی ه) الدبران- عیوق و) ردف- عناق

۱۷) IRYSC.COM ناظری به مختصات $42^\circ 12' N$ و $115^\circ 36' W$ با استفاده از یک تلسکوپ در حال رصد سیاره عطارد است. اگر در این زمان عطارد در کشیدگی شرقی از خورشید به میزان 20° و فاصله عطارد و خورشید از زمین تقریباً به یک اندازه باشد، درصد روشنایی قرص عطارد چه قدر است؟

الف) ۶% ب) ۹۷% ج) ۴۱%

د) ۳% ه) ۸۳% و) ۵۹%

۱۸) IRYSC.COM در هسته‌ی خورشید، زنجیره ی تبدیل هیدروژن به هلیوم در حال انجام است. هر تبدیل به اندازه $14/1 MeV$ انرژی آزاد می‌کند. با این حساب در هر ثانیه حدوداً چند واکنش هسته‌ای انجام می‌شود؟

الف) 10^{38} ب) 10^{44} ج) 10^{41}

د) 10^{35} ه) 10^{19} و) 10^{22}

۱۹) IRYSC.COM طولانی‌ترین کسوف کلی قرن بیست و یکم در چه رخ داد؟چه عاملی باعث‌شدکه این کسوف طولانی‌ترین باشد؟

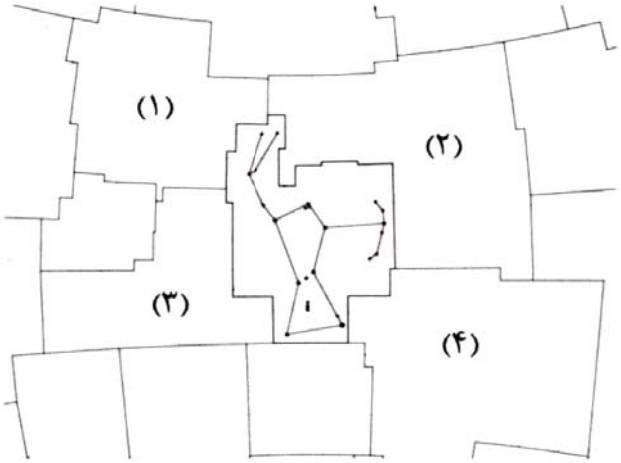
الف) ۳۱ تیر ۱۳۸۸، خورشید در اوج و ماه در حضیض بود.

ب) ۳۱ تیر ۱۳۸۸، خورشید در حضیض و ماه در اوج بود.

ج) ۱۱مرداد ۱۳۸۷، خورشید در اوج و ماه در حضیض بود.

د) ۱۱مرداد ۱۳۸۷، خورشید در حضیض و ماه در اوج بود.

۲۰) IRYSC.COM با توجه به شکل زیر، در کدام گزینه نام صورت های فلکی همسایه‌ی صورت فلکی جبار به درستی‌اشاره شده است؟ (به ترتیب اعداد)



الف) ثور، جوزا، کلب اصغر، نهر
ب) ارابه ران، ثور، تک شاخ، ارنب
ج) ارابه ران، جوزا، کلب اکبر، نهر
د) جوزا، ثور، تک شاخ، نهر
ه) جوزا، ارابه ران، کلب اصفر، ارنب
و) ثور، ارابه ران، کلب اکبر، ارنب

۲۱) IRYSC.COM دو جرم نجومی با جرم یکسان در فاصله ی بی نهایت دور از یکدیگر به سمت هم در حال حرکت هستند، به نظر می رسد، حداقل فاصله‌ی این دو جرم به حدود یک واحد نجومی خواهد رسید. مدار این دو جرم نجومی به دور یک دیگر کدام است؟

الف) دایره یا بیضی
ب) بیضی یا خط راست
ج) فقط سهمی
د) هذلولی یا سهمی
ه) اطلاعات مسئله کافی است
و) فقط هذلولی

۲۲) IRYSC.COM مختصات دو ستاره‌ی $\alpha - Bootes$ و $\alpha - Virgo$را از روی تقویم نجومی پیدا کرده ایم. مختصات آن‌ها عبارتند از:

$\alpha_B = ۱۴^h۱۵^m۳۹/۷^s \qquad \delta_B = +۱۹^\circ۱۰'۵۷''$

$\alpha_V = ۱۳^h۲۵^m۱۱/۶^s \qquad \delta_V = -۱۱^\circ۹'۴۱''$

فاصله‌ی زاویه‌ای این دو در آن سال چقدر است؟

الف) $۳۲^\circ۴۷'۳۵''$
ب) $۲۹^\circ۵۰'۵۹''$
ج) $۸^\circ۵۴'۴۹''$
د) $۱۶۵^\circ۱۴'۳۴''$
ه) $۲۹^\circ۱۷'۳۸''$
و) $۱۸^\circ۲۶'۲۰''$

۲۳) IRYSC.COM بدن یک بیمار با تب $۴۰^\circ C$ با فرض این که جسم سیاه است، حدوداً چند وات تابش می کند؟

الف) ۱۰
ب) $۱۰^{۳}$
ج) $۱۰^{-۱}$
د) $۱۰^{-۳}$
ه) $۱۰^{-۵}$
و) $۱۰^{۵}$

۲۴) IRYSC.COM نزدیک‌ترین ستاره به زمین (بعد از خورشید) که ناظری در عرض‌جغرافیایی $۳۵/۷^\circ N$ می‌تواند آن را مشاهده کند، کدام است؟

الف) آلفا – قنطورس $(\delta = -۶۰/۹^\circ)$ ب) شعرای شامی $(\delta = +۵/۲^\circ)$ ج) $Wolf\ ۳۵۹$ $(\delta = +۷^\circ)$

د) شعرای یمانی $(\delta = -۱۶/۷^\circ)$ ه) $Lalande ۲۱۱۸۵$ $(\delta = +۳۵/۹^\circ)$ و) بارنارد $(\delta = +۴/۷^\circ)$

۲۵) IRYSC.COM فاصله سیاره‌ای فرضی $۱/۳۵\times۱۰^{۱۲}m$ است. دوره تناوب هلالی سیاره چند روز است؟ اگر زمان پدیده مقابله این سیاره نسبت به ناظر زمینی در صبح گاه اول بهمن ۱۳۸۸ باشد، زمان مقابله بعدی آن در چه تاریخی خواهد بود؟

الف) ۳۶۶روز و ۱۴ بهمن ۸۹ ب) ۳۷۹روز و ۱۵ بهمن ۸۹ ج) ۴۷۹روز و ۱۵ بهمن ۸۹

د) ۳۶۶روز و ۱ بهمن ۸۹ ه) ۳۷۹روز و ۱۴ بهمن ۸۹ و) ۴۷۹روز و ۱ بهمن ۸۹

۲۶) IRYSC.COM دو ستاره‌ی رشته‌ی اصلی با مشخصات یکسان را در نظر بگیرید. اختلاف قدر ستاره ی نزدیک تر نسبت به ستاره‌ی دورتر را برابر با (-۱)بگیرید. ستاره‌ی نزدیک‌تر،اختلاف منظری برابر ۲ ثانیه‌ی قوسی دارد، ستاره‌ی دورتر در چه فاصله‌ای از زمین قرار دارد؟

الف) $۲/۳pc$ ب) $۱/۳pc$ ج) $۵pc$

د) $۰/۸pc$ ه) $۴/۲pc$ و) $۳/۲pc$

۲۷) IRYSC.COM در ظهر روزی که انقلاب زمستانی اتفاق می افتد، در کدام عرض جغرافیایی میله ای به طول ۱/۵ متر عمود بر سطح زمین سایه‌ای به طول ۲/۶ متر دارد؟

الف) ۳۶/۵ درجه شمالی ب) ۳۶/۵درجه جنوبی، ۸۳/۵درجه شمالی ج) ۶۰ درجه شمالی

د) ۸۳/۵ درجه جنوبی ه) ۳۶/۵درجه شمالی، ۸۳/۵درجه جنوبی و) ۶۰درجه شمالی، ۶۰درجه جنوبی

۲۸) IRYSC.COM ناظر A به مختصات جغرافیایی $۷۰/۳^\circ W$ $۲۳/۷^\circ N$ و ناظر B به مختصات جغرافیایی $۷۰/۳^\circ W$ $۵۰/۷^\circ S$ به طور هم زمان عبور ستاره‌ای با بعد $۲۳^h۰۰^m$ و میل $-۱۰^\circ۰۰'$ را از نصف النهار ناظر مشاهده می کنند. ستاره برای کدام یک از دو ناظر زودتر، و پس از چند ساعت طلوع می‌کند؟

الف) ۱۷/۲ ساعت، ناظر جنوبی ب) ۱۸/۳ ساعت، ناظر جنوبی ج) ۱۸/۳ ساعت، ناظر شمالی

د) ۵/۷ ساعت، ناظر شمالی ه) ۶/۸ ساعت، ناظر جنوبی و) ۶/۸ ساعت، ناظر شمالی

۲۹) IRYSC.COM دمای ستاره‌ای از رشته اصلی $۹۵۰۰K$ و جرم آن ۲/۸ برابر جرم خورشید است. شعاع این ستاره چند برابر شعاع خورشید است؟

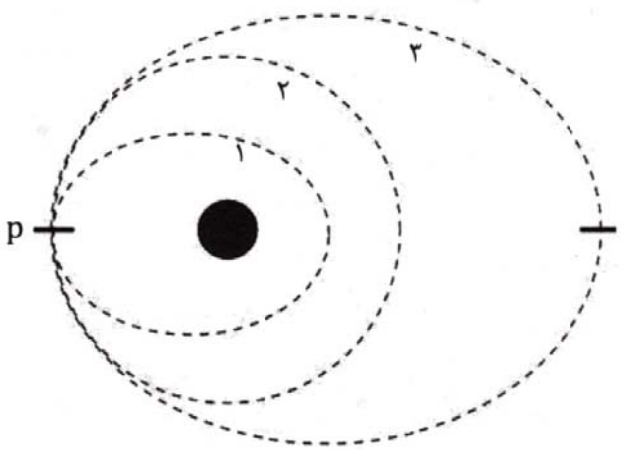
الف) ۰/۸ ب) ۱۰ ج) ۰/۳ د) ۳/۸ ه) ۲/۳ و) ۵/۶

۳۰) IRYSC.COM می‌دانیم که تمام سطح کره‌آسمان در میان صورت های فلکی به دقت مرزبندی شده است. اگر تعداد نواحی مرزبندی شده را بشماریم، به چه عددی می‌رسیم؟

الف) ۴۸ ب) ۴۹ ج) ۹۸

د) ۹۹ ه) ۸۸ و) ۸۹

۳۱) IRYSC.COM شکل روبه‌رو سه مدار بسته مربوط به سیاره‌ای را نشان می‌دهد. مدار ۲ مداری دایره‌ای و مدار ۱ و ۳ مدارهای بیضی با خروج از مرکز یکسان هستند. هر سه مدار در یک نقطه، که در شکل با P نشان‌داده‌شده است، بر هم مماسند. بیشترین انرژی و بیشترین اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای به ترتیب مربوط به کدام مدار است؟



الف) ۳و۱ ب) ۳و۲ ج) ۳و۳

د) ۲و۳ ه) ۱و۳ و) ۱و۲

۳۲) IRYSC.COM کدام گزاره نادرست است؟

الف) یکی از دوره های تناوب لکه های خورشیدی در حدود ۱۱ سال است.

ب) یکی از دوره های تناوب لکه های خورشیدی در حدود ۸۰ سال است.

ج) الگوی پروانه ای لکه های خورشیدی بین عرض های $+۳۰^\circ$ و -۳۰° پدید می آید.

د) میدان مغناطیسی خورشید هر ۲۲ سال معکوس می شود.

ه) لکه های خورشیدی، حدود $۲۰۰K$ از نواحی مجاور سردتر هستند.

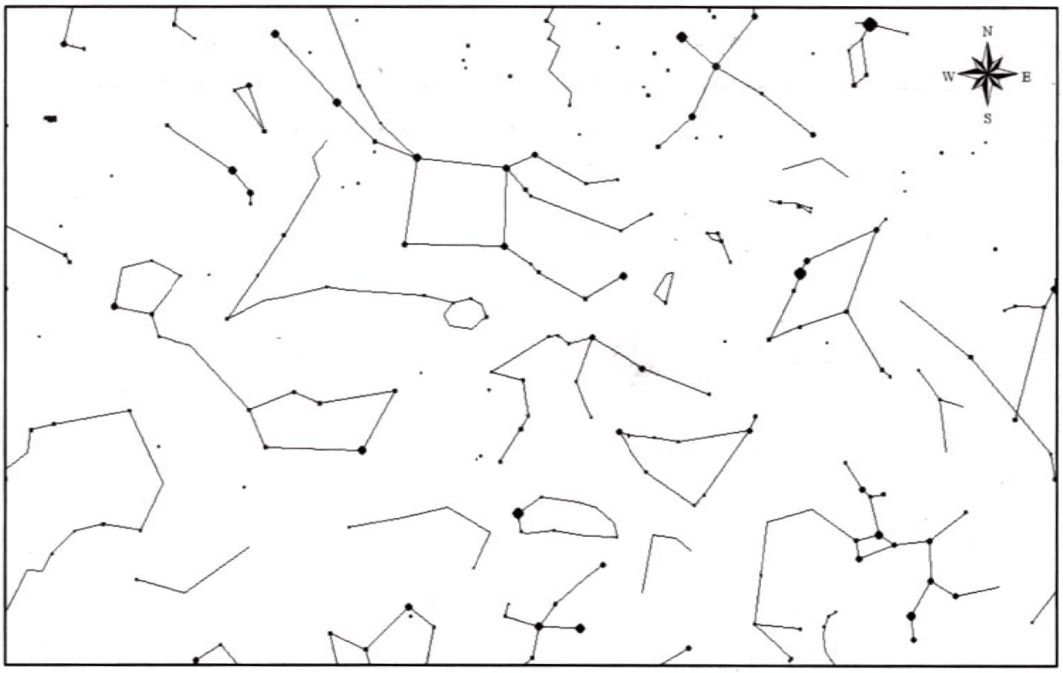
۳۳) IRYSC.COM دو جرم نجومی به گونه‌ای به سمت یک دیگر در حال حرکت هستند که به نظر می‌رسد هنگامی که به هم می‌رسند برخورد مستقیم و سر به سر انجام می‌دهند. خروج از مرکز مدار این دو جرم چه قدر است؟

الف) $e=۱$ ب) $e>۱$ ج) $e<۱$ د)اطلاعات کافی نیست.

۳۴) IRYSC.COM به‌ازای کدام مقدار C، نیروی $\vec{F} = -xy\hat{i} - cx^2\hat{J}$ پایستار است؟

الف) ۱ ب) صفر ج) ۲ د) $\frac{۳}{۲}$ ه) $\frac{۱}{۲}$

۳۵) IRYSC.COM مرکز نقشه زیر با میدان دید ۱۰۰×۱۵۰ درجه مربع مربوط به ساعات آغازین شب (حدوداً سه ساعت بعد از غروب خورشید) سرسوی آسمان ناظر را نشان می‌دهد. نقشه، مربوط به کدام منطقه و در چه فصلی است؟



الف) پاییز ، معتدل شمالی ب)تابستان ، معتدل جنوبی ج) تابستان، معتدل شمالی

د) تابستان، استوایی ه) پاییز، معتدل جنوبی و) پاییز، استوایی

۳۶) IRYSC.COM کدام نتیجه در کیهان شناسی، اخیراً از مطالعه ی منحنی نور ابرنواخترهای نوع Ia به دست می‌آمده است؟

الف) جهان با شتاب تند شونده در حال انبساط است.

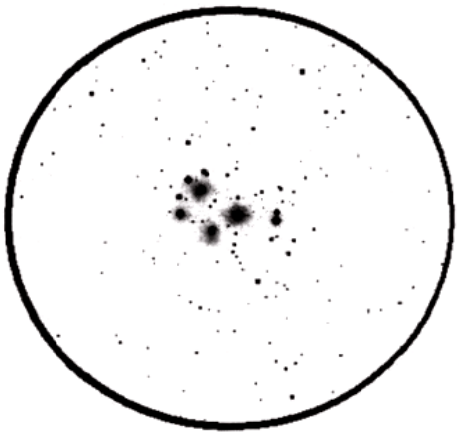
ب) جهان همسانگرد است.

ج) ماده ی روشن بخش کوچکی از کل ماده ی موجود در عالم است.

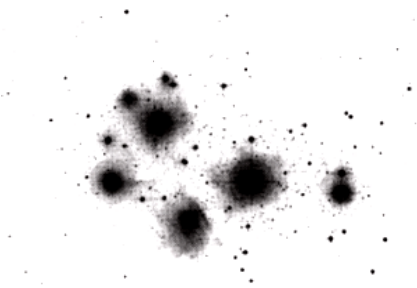
د) هندسه ی جهان تخت است.

ه) جهان با سرعت ثابت در حال انبساط است.

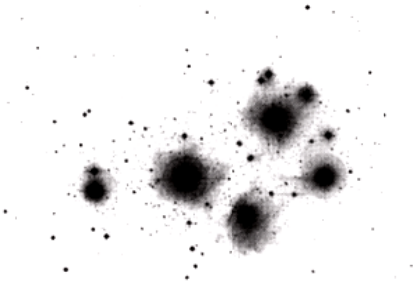
۳۷) IRYSC.COM خوشه‌ی پروین از درون منظیاب یک تلسکوپ اشمیت-کاسگرین به صورت زیر مشاهده می‌شود. اگر از پشت چشمی این تلسکوپ که بدون چپقی است به خوشه ی پروین نگاه کنیم، کدام گزینه را می‌بینیم؟



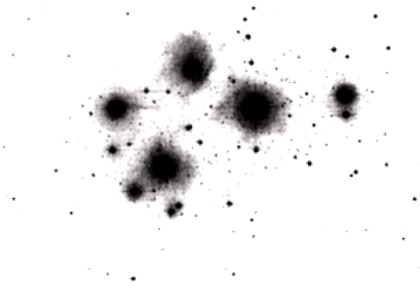
الف)



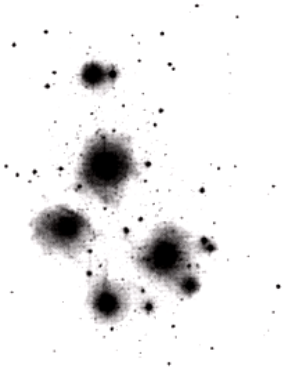
ب)



ج)



د)

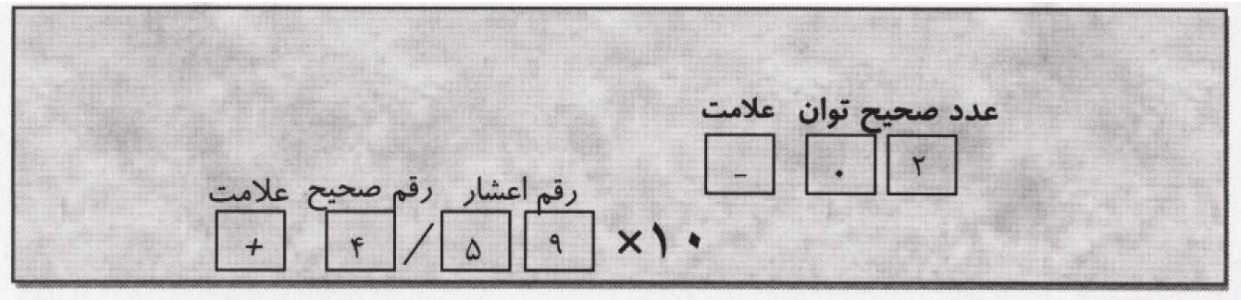


مسئله‌های کوتاه

پاسخ غلط در این قسمت نمره منفی ندارد. در این مسئله ها باید پاسخ را به صورت نماد علمی وارد پاسخ نامه کنید. در نماد علمی عدد به شکل $\pm a\times ۱۰^{n}$ نوشته می شود که n عددی صحیح است و $۱\le a<۱۰$.

ابتدا مسئله را حل کنید و پاسخ را بر حسب واحد خواسته شده (مثلاً ثانیه، درجه، کیلو پارسک و...) به دست آورید؛ سپس آن را به شکل نماد علمی بنویسید وعدد a را تا دو رقم اعشار گرد کنید. بدیهی است، اگر در صورت سؤال پاسخ تا یک رقم خواسته شده باشد، رقم دو اعشار صفر خواهد بود. در آ]ر، آن را به روشی که در شکل توضیح داده شده است وارد پاسخ نامه کنید.

مثلاً فرض کنید که پاسخ مسئله، عدد ۰/۰۴۵۸۷ است. نماد علمی این عدد $۴/۵۸۷\times ۱۰^{-۲}$ است. بنابراین عدد $ش$ پس از گرد شدن تا دو رقم اعشار، برابر ۴/۵۹ و عدد n، ۲- است. شما باید پاسخ خود را در پاسخ نامه، در محلی که شکل آن در زیر آمده است وارد کنید. به این ترتیب که ابتدا علامت عدد ۴/۵۹، یعنی + را در اولین مربع سمت چپ بنویسید. سپس عدد ۴/۵۹ را در سه مربع مربوط به این عدد وارد کنید، رقم ۴ را در مربع اول و ارقام ۵ و ۹ را به ترتیب در مربع دوم و سوم. برای n، یعنی ۲-، سه مربع جداگانه وجود دارد. در اولین مربع سمت چپ، علامت ۲-، یعنی -را وارد کنید. در دو مربع دیگر، ازچپ به راست به ترتیب رقم دهگان و یکان، یعنی ۰ و ۲ را بنویسید.



۱) IRYSC.COM حداقل فاصله‌ی خطی بین دو منبع فروسرخ در سحابی جبار چند واحد نجومی باشد تا با تلسکوپ رصدخانه‌ی ملی ایران با قطر آینه‌ی اصلی $۳/۴۰m$ قابل تفکیک باشند. فرض کنید دو منبع در طول موج $۲/۲\mu m$ تابش می‌کنند و فاصله‌ی سحابی جبار در حدود $۵۰۰pc$ است؟

۲) IRYSC.COM در یک کهکشان با انتقال به سرخ $z=۰/۹۰$ ، یک ابر نواختر با انتقال به سرخ $z=۰/۹۱$ دیده شده است. با فرض این که این انتقال به سرخ اضافی ابرنواختر ناشی از قرار گرفتن آن در نزدیکی سیاه‌چاله‌ی مرکز کهکشان است، فاصله‌ی این ابرنواختر از سیاه‌چاله بر حسب شعاع شوارتزشیلد آن چه‌قدر است؟ (از انتقال به سرخ ناشی از دوران ابرنواختر حول مرکز کهکشان صرف نظر کنید.)

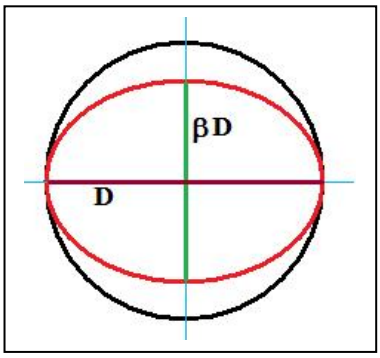
۳) IRYSC.COM دو سیارک *Ida* و *Dactyl* ساختاری دوتایی با دوره‌ی تناوب ۲۴ ساعت تشکیل داده‌اند. فرض کنید هر دو سیارک کروی هستند و شعاع آن ها به ترتیب $۱۵/۷km$ و $۱/۵۰km$ است. چگالی جرمی دو سیارک $۶/۲۰grcm^{-۳}$ است و این مجموعه در فاصله‌ی $۳AU$ از خورشید قرار دارد. فاصله‌ی دو سیارک از هم چند کیلومتر است؟

۴) IRYSC.COM می‌خواهیم از یک تلسکوپ نیوتنی ۵ اینچی با فاصله کانونی ۱۲۰۰ میلیمتر برای رصد استفاده کنیم. حداکثر فاصله‌ی کانونی چشمی چند میلیمتر باشد، تا تمامی نور خروجی از آن وارد چشم رصدگر شود؟ (قطر مردمک چشم را ۶ میلیمتر در نظر بگیرید.)

۵) IRYSC.COM قرص کهکشان راه شیری تا مدار خورشید را کاملا تخت در نظر بگیرید و فرض کنید قیر و سایر تجهیزات لازم برای آسفالت کردن آن موجود است. اگر ضخامت آسفالت ۱۰ سانتی متر و سهم حجمی قیر در آسفالت ۲۰% باشد، حجم قیر چند برابر حجم خورشید است؟

۶) IRYSC.COM با استفاده از لامپ‌های التهابی ۱۰۰ واتی منبع نوری بر روی سطح زمین روشن می‌کنیم، به طوری که روشنایی آن از دید ناظر روی ماه به اندازه‌ی ماه شب بدر از دید ناظر زمینی است. چند عدد لامپ لازم است؟ (فرض کنید بازده لامپ‌های التهابی در ناحیه ی مرئی ۵درصد است)

۷) IRYSC.COM رصدگری با استفاده از تلسکوپ ۱۰ اینچ دابسونی با نسبت کانونی ۵ در حال مشاهده سیاره مریخ است. اگر حداکثر مدت زمان عبور سیاره از دو سر میدان دید چشمی تلسکوپ ۱۷۰ ثانیه باشد، فاصله‌ی کانونی چشمی تلسکوپ چند میلیمتر است؟ (فرض کنید مریخ روی استوای سماوی و میدان دید ظاهری چشمی $FOV=۴۵^{\circ}$ است.)



۱- IRYSC.COM **گزینه الف پاسخ صحیح است.**

محیط دایره‌ای به قطر D برابر است با $l = \pi D$ ؛ درنتیجه سرعت متوسط ستاره‌ای که در مدار دایروی به‌دور ستاره می‌گردد، داریم: $v_1 = \frac{l}{T} = \frac{\pi D}{T}$. اما در مورد مدار بیضوی، می‌دانیم که نمی‌توان محیط بیضی را اندازه‌گیری کرد. اما همان‌طور که در شکل هم مشخص است، محیط بیضی از محیط دایره هم‌قطرش کم‌تر است. از سوی دیگر، چون نیم‌قطر بزرگ هر دو مدار یکسان است، دوره تناوب گردش دو ستاره نیز برابر است. بنابراین در ستاره دوم داریم: $\left.\begin{matrix} l' < l \\ v_2 = \frac{l'}{T} \end{matrix}\right\} \rightarrow v_2 < v_1$

۲- IRYSC.COM **گزینه د پاسخ صحیح است.**

طبق قانون کپلر درمدارهای بیضوی می‌دانیم $p^2 = a^3$ به طوریکه P دوره تناوب و a نیم محور بزرگ بیضی باشد،چون نیم محور بزرگ دو مدار مساویست، پس دوره تناوب آنها نیز مساوی خواهد بود. پس اگر با یکدیگر فاصله‌ای داشته باشند هرگز نمی‌توانند با یکدیگر برخورد کنند. چرا که این رخداد مستلزم این است که یکی از سیاره‌ها از دیگری جلو بیفتد.

۳- IRYSC.COM **گزینه ج پاسخ صحیح است.**

$V_{earth} = ۱۱/۲ km/s$

$\frac{R_{Jupiter}}{R_{earth}} = ۱۱/۲$

$\frac{M_{Jupiter}}{M_{earth}} = ۳۱۸$

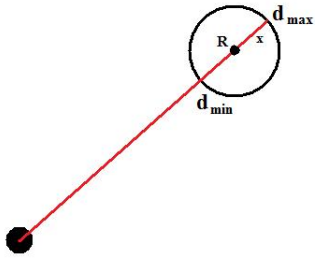
$$=> v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} => \frac{V_{jupiter}}{V_{earth}} = \sqrt{\frac{M_{Jupiter}}{M_{earth}} \times \frac{R_{earth}}{R_{jupiter}}} => V_{jupiter} = ۵.۳۲۸ \times ۱۱.۲۵ = ۵۹.۶۷$$

$V_{Jupiter} = ۵۹.۷ - ۱۲.۶ = ۴۷.۱$

۴- IRYSC.COM **گزینه ب پاسخ صحیح است.**

در روز ۱ فروردین، خورشید روی استوای سماوی است و بنابراین میل آن صفر است. زاویه استوای سماوی با افق برابر با متمم عرض جغرافیایی است، در نتیجه : $x = ۹۰ - \varphi = ۹۰ - ۳۵/۷^O = ۵۴/۳^O$

۵- IRYSC.COM **گزینه هـ پاسخ صحیح است.**



دوره تغییرات بسیار کم‌تر از آن است که جابجایی زمین را به دور خورشید یا حرکت منظومه شمسی را عامل اصلی این تغییر فاصله بدانیم. برای حل این مساله، زمین را ثابت درنظر می‌گیریم و فرض می‌کنیم ستاره مورد نظر در مداری دایروی با دوره تناوب ۱ روز به دور مرکز جرم خود حرکت می‌کند. بنابراین، R فاصله زمین تا مرکز جرم این ستاره است و اگر شعاع دوران این ستاره را x درنظر بگیریم، داریم:

$$\left.\begin{matrix} d_{max} = R + x \\ d_{min} = R - x \\ 2\pi x = c.T \end{matrix}\right\} \rightarrow \begin{cases} d_{max} = R + \frac{c.T}{2\pi} \\ d_{min} = R - \frac{c.T}{2\pi} \end{cases} \rightarrow \frac{d_{min}}{d_{max}} = \frac{R - \frac{c.T}{2\pi}}{R + \frac{c.T}{2\pi}}$$

*

حال، تغییر قدر ستاره را بررسی می‌کنیم. حواسمان باشد که قدر بیشینه به ازای روشنایی کمینه و قدر کمینه به ازای روشنایی بیشینه

$$\left.\begin{array}{l} m_{min} \leftrightarrow b_{max} = \frac{L}{۴\pi d_{min}^{۲}} \\ m_{max} \leftrightarrow b_{min} = \frac{L}{۴\pi d_{max}^{۲}} \\ m_{max} - m_{min} = -۲.۵ \log \frac{b_{min}}{b_{max}} \end{array}\right\} \rightarrow \Delta m = -۲.۵ \log \frac{d_{min}^{۲}}{d_{max}^{۲}} = -۵ \log \frac{d_{min}}{d_{max}} = ۱$$ بدست می‌آید:

$$\frac{d_{min}}{d_{max}} = \frac{R-\frac{c.T}{۲\pi}}{R+\frac{c.T}{۲\pi}} = ۱۰^{-۰.۲} \rightarrow \frac{R-۴.۱۲\times۱۰^{۹} km}{R+۴.۱۲\times۱۰^{۹} km} = ۰.۶۳۱ \rightarrow R = \frac{۱+۰.۶۳۱}{۱-۰.۶۳۱} ۴.۱۲ \times ۱۰^{۹} km$$ داریم:

$$R = ۱.۸۲ \times ۱۰^{۱۰} km = \frac{۱.۸۲\times۱۰^{۱۰}\ km}{۹.۴۶\times۱۰^{۱۲}\ \frac{km}{ly}} = ۱.۹ \times ۱۰^{-۳} ly$$ پاسخ را به سال نوری تبدیل می‌کنیم:

اما از آن‌جا که مساله بیشترین مقدار R را درخواست کرده، باید مسیر حرکت ستاره را باید خطی صاف درنظر بگیریم. در این‌صورت خواهیم داشت:

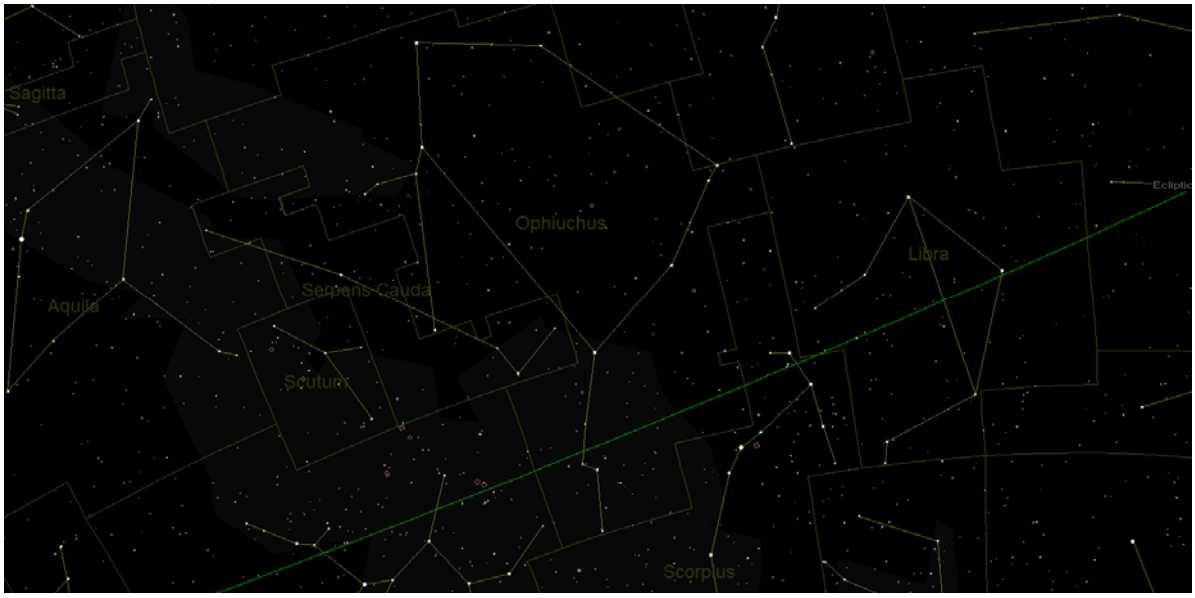
$$۴x = c.T \rightarrow x = \frac{c.T}{۴} = \frac{\pi}{۲}.\frac{c.T}{۲\pi} \rightarrow R = \frac{\pi}{۲}.۱.۹ \times ۱۰^{-۳} ly = ۳ \times ۱۰^{-۳} ly$$

۶- IRYSC.COM **گزینه الف پاسخ صحیح است.**

سیاره زهره در جهت عقربه‌های ساعت به دور خود می‌چرخد که این خلاف باقی سیارات است که به‌صورت پادساعتگرد می‌چرخند.

۷- IRYSC.COM **گزینه ج پاسخ صحیح است.**

بخشی از مدار دایره‌البروج که در تصویر به رنگ سبز دیده می‌شود از صورت فلکی مارافسای می‌گذرد.

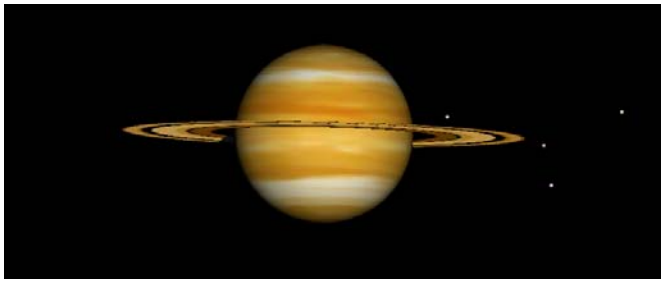


۸- IRYSC.COM **گزینه د پاسخ صحیح است.**

ماه نجومی با ۲۷.۳۲ روز، مدت زمان گردش یک‌دور ماه به دور زمین است. ماه هلالی با ۲۹.۵۳ روز، مدت زمان دیده شدن دو هلال یکسان است. ماه گرهی با ۲۷.۲۱ روز، مدت زمان بین دو عبور متوالی کره ماه از یکی از گره‌ها است و ماه آنومالی با ۲۷.۵۵ روز به مدت زمان بین دو عبور متوالی کره ماه از حضیض مدار خود گفته می‌شود.

۹- IRYSC.COM **گزینه ب پاسخ صحیح است.**

زحل در تاریخ ۱ تیر امسال به شکل زیر دیده می‌شد. این در حالی است که اوایل پاییز امسال، زحل به اعتدال مداری خود رسید و ما می‌توانستیم حلقه‌های زحل را دقیقا از لبه ببینیم. بنابراین ۲ ماه مانده به این حالت، حلقه‌های زحل با زاویه‌ای بسیار اندک دیده می‌شد.



۱۰- IRYSC.COM **گزینه ب پاسخ صحیح است.**

ارتفاع خورشید در ۱ دی را در عرض ۸۲ درجه شمالی بدست می‌آوریم. در ۱ دی که همان انقلاب زمستانی است، میل خورشید ۲۳.۵- درجه است، و در هنگام عبور بالایی، ارتفاع آن از رابطه مقابل بدست می‌آید: $h = ۸ - ۲۳.۵ = -۱۵.۵$

که ارتفاع ۱۵.۵- برای خورشید، در محدوده تاریک روشن نجومی است.

۱۱- IRYSC.COM **گزینه الف پاسخ صحیح است.**

این مساله، مشابه یکی از مسایل مرحله دوم پنجمین دوره المپیاد نجوم در اردیبهشت ۱۳۸۸ است. فرض می‌کنیم ماده تاریک وجود ندارد، جرم به‌طور یکنواخت توزیع شده، نسبت جرم به درخشندگی و نسبت درخشندگی به سطح مقداری ثابت است. می‌توان رابطه‌ای بین روشنایی و بیشترین سرعت حرکت ستارگان بدست آورد. بیشترین سرعت حرکت ستارگان در کهکشان، مربوط به ستارگانی است که در لبه کهکشان قرار دارند و تحت تاثیر کل جرم کهکشان واقع است.

با استفاده از قوانین مکانیک نیوتنی داریم: $\frac{GM_G m}{R^۲} = m\frac{v_{max}^۲}{R} \rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{GM_G}{R}}$ و $\begin{cases} \frac{M}{L} = K \rightarrow M = K.L \\ \frac{L}{S} = K' \rightarrow L = K'.S \end{cases}$

با توجه به شکل ظاهری کهکشان مارپیچی، مساحت کهکشان با مجذور شعاع متناسب است. بنابراین می‌توان با ترکیب روابط فوق نوشت:

$$L = K''.R^۲ \rightarrow R = K''\sqrt{L} \rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{GM_G}{R}} = \sqrt{\frac{GKL}{K''\sqrt{L}}} = K'''L^{\frac{۱}{۴}} \rightarrow v_{max} \propto L^{\frac{۱}{۴}}$$

حال با جای‌گذاری مقادیر ارایه‌شده در مساله داریم: $\frac{v_{\max B}}{v_{max A}} = \frac{L_B^{\frac{۱}{۴}}}{L_A^{\frac{۱}{۴}}} = \left(\frac{L_B}{L_A}\right)^{\frac{۱}{۴}} \rightarrow \frac{v_{\max B}}{v_{max A}} = \left(\frac{۱}{۸۱}\right)^{\frac{۱}{۴}} = \frac{۱}{۳} = ۰.۳۳$

۱۲- IRYSC.COM **گزینه ج پاسخ صحیح است.**

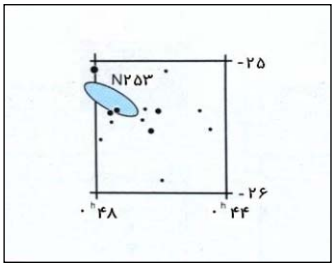
۱۳- IRYSC.COM **گزینه ه پاسخ صحیح است.**

$$\left.\begin{array}{l} \text{میدان دید واقعی} = \frac{\text{میدان دید ظاهری}}{\text{بزرگ‌نمایی}} \\ \text{بزرگ‌نمایی} = M = \frac{f_o}{f_e} \rightarrow M = \frac{۲۵۰۰}{۲۶} = ۹۶.۱۵ \end{array}\right\} \rightarrow \text{میدان دید واقعی} = \frac{۴۵^\circ}{۹۶.۱۵} = ۰.۵۲^\circ$$

*

۱۴- IRYSC.COM **گزینه الف پاسخ صحیح است.**

کهکشان حجار NGC ۲۵۳



۱۵- IRYSC.COM **گزینه هـ پاسخ صحیح است.**

هرچه نسبت کانونی شیئی تلسکوپ کمتر باشد، آن تلسکوپ میدان دید بازتری دارد. مشابه سوال ۱۳ میدان دید واقعی را در هر گزینه حساب می‌کنیم:

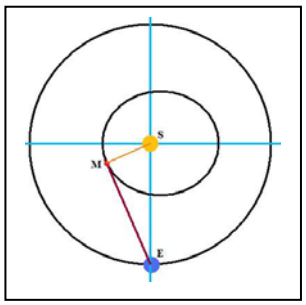
* الف) $FOV = \frac{۷۲'}{۶.۳\times۱۶\times۲۵.۴\ mm/۴۰\ mm} = ۱.۱^\circ$ و ب) $FOV = \frac{۵۰'}{۲۵۴۰\ mm/۲۶\ mm} = ۰.۵'$
* ج) $FOV = \frac{۵۰'}{۶۲۵\ mm/۱۰\ mm} = ۰.۸'$ و د) $FOV = \frac{۷۲^\circ}{۸\times۸\times۲۵.۴\ mm/۳۲\ mm} = ۱.۴'$

مشخص است که مورد هـ تمام خوشه پروین را در میدان دید نشان می‌دهد هـ) $FOV = \frac{۵۰'}{۵\times۱۲\times۱۰\ mm/۲۵\ mm} = ۲.۱'$

۱۶- IRYSC.COM **گزینه ب پاسخ صحیح است.**

عرض دایره‌البروجی تقریبی سماک اعزل و قلب‌الاسد صفر است.

۱۷- IRYSC.COM **گزینه و پاسخ صحیح است.**



موقعیت ناظر روی زمین، تاثیر چندانی روی موقعیت و روشنایی سیاره عطارد ندارد. بنابراین از دید ناظر زمین مرکزی مساله را حل می‌کنیم. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، فاصله عطارد و خورشید از زمین به یک اندازه است، پس مثلث MES مثلثی متساوی‌الساقین است. می‌توانیم زاویه M را بدست آوریم:

$$\left.\begin{array}{l}\angle M + \angle S + \angle E = ۱۸۰'\\ \angle M = \angle S\ ,\ \angle E = 20^\circ\end{array}\right\} \rightarrow \angle M = 80^\circ$$

زاویه خط واصل خورشید-عطارد با خط واصل زمین-عطارد ۸۰ درجه است، پس با توجه به رابطه فاز برای این زاویه، می‌توانیم درصد روشنایی عطارد را حساب کنیم:

$$\text{فاز} = \frac{۱+\cos ۸۰'}{۲} = ۰.۵۹ = ۵۹٪$$

۱۸- IRYSC.COM **گزینه الف پاسخ صحیح است.**

$$E = \sigma T^۴$$

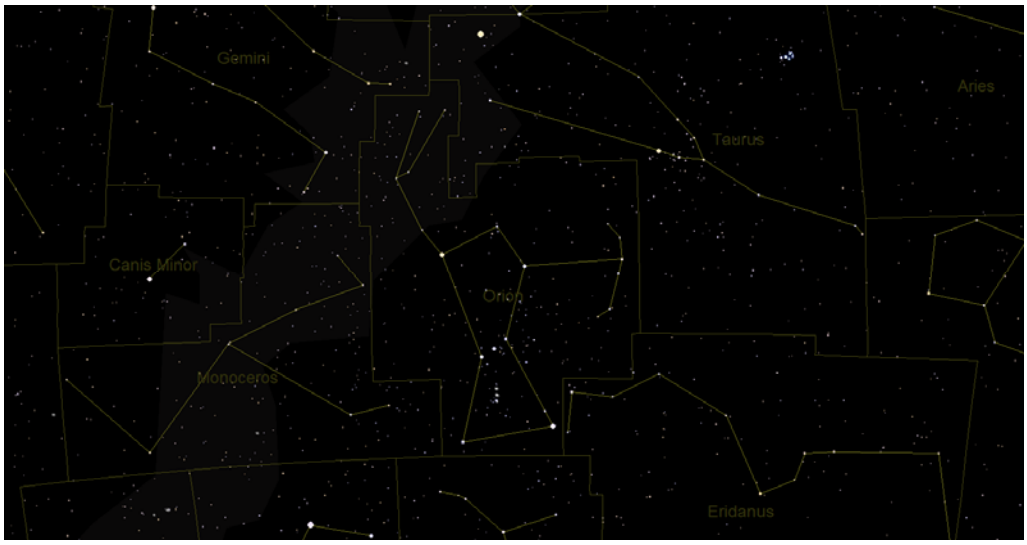
از جاگذاری مقادیر خواهیم داشت:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \varepsilon\sigma T^۴, A = ۴\pi r^۲$$

$$\Rightarrow Q_s = ۴\varepsilon\sigma\pi r^۲T^۴, Q_l = ۴\varepsilon\sigma\pi r^۲T^۴ \Rightarrow n \equiv ۱.۷۲۸\times۱۰^{۳۸}$$

۱۹- IRYSC.COM **گزینه الف پاسخ صحیح است.**

۲۰- IRYSC.COM **گزینه د پاسخ صحیح است.**



۲۱- IRYSC.COM **گزینه و پاسخ صحیح است.**

انرژی مدار این دو جسم را در فاصله بی‌نهایت درنظر بگیرید. انرژی مکانیکی این دو جرم برابر حاصل‌جمع انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی جنبشی است. از آن‌جاکه در فاصله بی‌نهایت از یکدیگر قرار دارند، انرژی پتانسیل گرانشی تقریبا صفر است؛ اما طبق فرض مساله، این دو جسم در فاصله بی‌نهایت از یکدیگر در حال حرکت هستند، بنابراین انرژی جنبشی آنها مقادیری غیرصفر است. پس انرژی مدار این دو جسم، مقداری مثبت است و این، نشان‌دهنده مداری هذلولی است.

۲۲- IRYSC.COM **گزینه الف پاسخ صحیح است.**

$$\cos((۱۴h۱۵m۳۹.۷s)-(۱۳h۲۵m۱۱.۶s))=\cos(۰۰h۵۰m۲۸.۱s)=\cos(۱۲.۵)$$

$$\cos x=\cos(۹۰-۱۹^{O}۱۰'۵۷'')\cos(۹۰+۱۱^{O}۰۹'۴۱'')+\sin(۹۰-۱۹^{O}۱۰'۵۷'')\sin(۹۰+۱۱^{O}۰۹'۴۱'')\cos(۱۲.۵)$$

$$\cos x=\cos(۷۱^{O})\cos(۱۰۱^{O})+\sin(۷۱^{O})\sin(۱۰۱^{O})\cos(۱۲.۵^{O})=۰.۸۴۴$$

$$x\approx ۳۲^{o}$$

۲۳- IRYSC.COM **گزینه ب پاسخ صحیح است.**

می‌دانیم مقدار انرژی که از یک متر مربع از سطح یک جسم سیاه تابش می‌شود برابر است با $f=\sigma T^4$ ، بنابراین، مقدار انرژی که از سطح یک جسم سیاه تابش می‌شود برابر است با $L=f.S=\sigma T^4 S$.

بدن انسان را مستطیلی به ارتفاع تقریبی ۱.۵ متر و عرض ۰.۵ درنظر می‌گیریم: حواسمان باشد که بدن انسان از هر دو سطح جلو و عقب تابش می‌کند.

داریم: $L=۲(۰.۵\times ۱.۵\,m^{۲})\left(۵.۶۷\times ۱۰^{-۸}\frac{W}{m^{۲}K^{۴}}\right)(۲۷۳+۴۰)^{۴}\sim ۱۰^{۳}W$

۲۴- IRYSC.COM **گزینه و پاسخ صحیح است.**

در این عرض جغرافیایی، پایین‌ترین میل قابل مشاهده برابر است با: $\delta_{min}=\varphi-۹۰^{\circ}=-۵۲.۵^{\circ}$؛ بنابراین ستاره آلفا-قنطورس دیده نخواهد شد. بعد از منظومه آلفا قنطورس، ستاره‌ی بارنارد نزدیک‌ترین ستاره به زمین است و از آن‌جا که در نیم‌کره شمالی آسمان واقع است، در عرض جغرافیایی ۳۷.۵ شمالی نیز دیده می‌شود.

۲۵- IRYSC.COM **گزینه ب پاسخ صحیح است.**

مبدا فاصله این سیاره فرضی نامشخص است. فرض می‌کنیم منظور سوال، فاصله این سیاره تا خورشید باشد. فاصله این جسم را برحسب واحد نجومی بدست می‌آوریم:

$$a = ۱.۳۵ \times ۱۰^{۱۲} m = \frac{۱.۳۵\times۱۰^{۱۲} m}{۱.۵۰\times۱۰^{۱۱}\frac{m}{AU}} = ۹\ AU$$

مشخص است که این سیاره، سیاره‌ای خارجی است. با استفاده از قانون سوم کپلر، دوره تناوب این سیاره را بدست می‌آوریم. حواسمان باشد که فاصله برحسب واحدنجومی و دوره تناوب برحسب سال است:

$$\frac{a^۳}{T^۲} = ۱ \rightarrow T = \sqrt{۹^۳} yr = ۲۷\ yr$$

این سیاره هم‌جهت با زمین می‌گردد:

$$\frac{۱}{T_S} = \frac{۱}{T_E} - \frac{۱}{T} = ۱ - \frac{۱}{۲۷} \rightarrow T_S = \frac{۲۷}{۲۶} yr = ۱\ yr\ , ۱۴\ day = ۳۷۹.۳\ day$$

بنابراین، زمان مقابله بامداد ۱۵ بهمن ۱۳۸۹ خواهد بود.

۲۶- IRYSC.COM **گزینه د پاسخ صحیح است.**

واضح است که ستاره ۱ به زمین نزدیک‌تر است:

$$d_۱ = \frac{۱}{\Pi_۱} = \frac{۱}{۲''} = ۰.۵\ \text{pc}$$

$$\frac{b_۲}{b_۱} = ۰.٤ \Rightarrow \frac{\frac{L}{٤\pi R_۲^۲}}{\frac{L}{٤\pi R_۱^۲}} = ۰.٤ \Rightarrow \frac{L٤\pi R_۲^۲}{L٤\pi R_۱^۲} = ۰.٤ \Rightarrow \frac{R_۲^۲}{R_۱^۲} = ۰.٤ \Rightarrow \frac{۰.۵^۲}{R_۱^۲} = ۰.٤ \Rightarrow R_۱ = ۰.۸\ \text{pc}$$ *

۲۷- IRYSC.COM **گزینه هـ پاسخ صحیح است.**

با توجه به روابط مثلثلاتی بین ارتفاع میله و طول سایه، ارتفاع خورشید ۲۹درجه بدست می‌آید. اما سمت خورشید می‌تواند صفر (در نیم‌کره جنوبی) یا ۱۸۰ (در نیم‌کره شمالی باشد) .

می‌دانیم در انقلاب زمستانی، میل خورشید منفی ۲۳.۵ درجه است. اگر خورشید را در جنوب سمت‌الراس و سمت ۱۸۰ در نظر بگیریم، ارتفاع استوای سماوی ۵۳.۵ درجه می‌شود که به دنبال آن خواهیم داشت: $۹۰ - \varphi = ۵۳.۵ \Rightarrow \varphi = ۳۶.۵$

اگر خورشید را در شمال سمت‌الراس و سمت صفر در نظر بگیریم ، عرض‌جغرافیایی ۸۳.۵ جنوبی خواهد بود.

۲۸- IRYSC.COM **گزینه الف پاسخ صحیح است.**

زاویه ساعتی این ستاره را هنگام طلوع بدست می‌آوریم:

$$\cos HA = \tan\delta \,.\, \tan\varphi \rightarrow \begin{cases} HA_A = ۸۵.۵° = ۵^h ۴۲^m \\ HA_B = ۱۰۲.۴° = ۶^h ۵۰^m \end{cases}$$

حواسمان باشد که برای ناظر نیم‌کره شمالی، این ستاره جنوبی‌تر از استوای سماوی است و درنتیجه زاویه ساعتی آن کمتر از ۶ ساعت خواهد بود؛ برای ناظر جنوبی نیز این ستاره از استوای سماوی به قطب جنوب سماوی نزدیک‌تر است و بنابراین، زاویه ساعتی بیشتر از ۶ ساعت دارد. طبق فرض مساله، این ستاره برای این دو ناظر هم‌زمان در حال عبور است. اگر این عبور را عبور بالایی درنظر بگیریم، برای ناظر شمالی ۱۸.۳ = ۱۸:۱۸ = ۵:۴۲ – ۲۴ و برای ناظر جنوبی، ۱۷.۱۶ = ۱۷:۱۰ = ۶:۵۰ – ۲۴ طول می‌کشد تا این ستاره دوباره طلوع کند. پس ناظر جنوبی زودتر می‌تواند طلوع این ستاره را ببیند.

۲۹- IRYSC.COM **گزینه هـ پاسخ صحیح است.**

در ستارگان رشته اصلی می‌دانیم که درخشندگی با توان ۳.۵ جرم رابطه مستقیم دارد. درخشندگی بولومتری این ستاره را با خورشید مقایسه کنیم. داریم:

$$\frac{L}{L_{sun}}=\left(\frac{M}{M_{sun}}\right)^{۳.۵}\rightarrow\frac{L}{L_{sun}}=\left(\frac{۲.۸M_{sun}}{M_{sun}}\right)^{۳.۵}=(۲.۸)^{۳.۵}=۳۶.۷۳$$

$$L=۴\pi R^{۲}\sigma T^{۴}\rightarrow\frac{L}{L_{sun}}=\left(\frac{R}{R_{sun}}\right)^{۲}\left(\frac{R}{R_{sun}}\right)^{۲}$$

$$۳۶.۷۳=\left(\frac{R}{R_{sun}}\right)^{۲}\left(\frac{۹۵۰۰}{۵۷۹۰}\right)^{۴}\rightarrow\frac{R}{R_{sun}}=۲.۲۵\approx۲.۳$$

۳۰- IRYSC.COM **گزینه و پاسخ صحیح است.**

تعداد صورفلکی آسمان ۸۸ عدد است. اما صورت‌فلکی مار در دو سوی صورت‌فلکی مارافسای واقع شده و بنابراین، ۲ مرزبندی دارد. بدین‌ترتیب، تعداد مرزبندی‌ها ۸۹ عدد است.

۳۱- IRYSC.COM **گزینه ج پاسخ صحیح است.**

هرچه نیم‌قطر بزرگ مدار بیشتر باشد، انرژی مدار هم بیشتر است. بنابراین انرژی مدار ۳ بیشترین است. از سوی دیگر، در نقطه مشترک p، فاصله هر ۳ مدار از کانون یکسان است. بنابراین هرچه سرعت جسم در مدار بیشتر باشد، تکانه زاویه‌ای آن مدار هم بیشتر است. واضح است که سرعت جسم در مدار ۳ در نقطه p از دیگر مدارها بیشتر است، چراکه به اوج دورتری می‌تواند برسد. بنابراین، تکانه زاویه‌ای مدار ۳ هم بیشترین است. پس مدار ۳ هم دارای بیشترین انرژی مدار و بیشترین تکانه زاویه‌ای است.

۳۲- IRYSC.COM **گزینه د پاسخ صحیح است.**

هیل ثابت کرد، که بعد از چرخه ۱۱ ساله قطبیت مغناطیسی لکه‌های خورشیدی تغییر می‌کند و این تغییر مرتبط با عکس شدن میدان مغناطیسی خورشید است.

۳۳- IRYSC.COM **گزینه الف پاسخ صحیح است.**

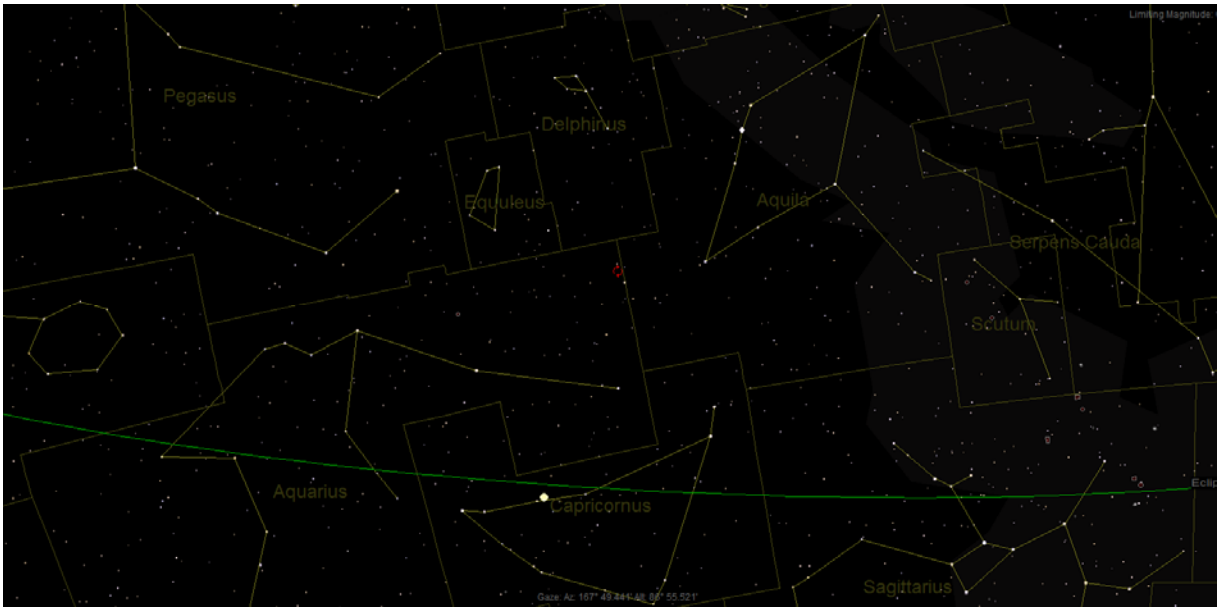
یک حالت خاص برای این برخورد کافی است، وقتی دو جسم روی خط صاف به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند و درنهایت سربه‌سر برخورد می‌کنند. این خط را یک بیضی با خروج‌ازمرکز ۱ درنظر گرفت.

۳۴- IRYSC.COM **گزینه هـ پاسخ صحیح است.**

$$\vec{\nabla}\times\vec{F}=۰\rightarrow\frac{\partial(-cx^{۲})}{\partial x}=\frac{\partial(-xy)}{\partial y}\Rightarrow-۲cx=-x\Rightarrow x(۱-۲c)=۰\Rightarrow۱-۲c=۰\Rightarrow c=\frac{۱}{۲}$$ *

۳۵- IRYSC.COM **گزینه و پاسخ صحیح است.**

مرکز این تصویر، نقطه اعتدال بهاری را که در مرز صور فلکی دلو و حوت واقع است، نشان می‌دهد. میل این نقطه صفر است و از آن‌جا که در سرسوی ناظر قرار دارد، پس ناظر در استوا یا فاصله نزدیکی با آن قرار دارد. از آن‌جا که ۳ ساعت از غروب خورشید گذشته، پس بعد خورشید حدود ۹ ساعت از بعد این منطقه (صفر) کمتر است؛ بنابراین بعد خورشید حدود ۱۵ ساعت است که متناظر با فصل پاییز است.



۳۶- IRYSC.COM **گزینه الف پاسخ صحیح است.**

ابرنواخترهای نوع الف به دلیل درخشندگی بسیار زیاد، از فواصل بسیار دور قابل مشاهده هستند و به همین دلیل، از آنها برای بررسی تغییرات ثابت هابل در گذشته استفاده شد. این بررسی نشان داد جهان با شتاب تندشونده در حال انبساط است.

۳۷- IRYSC.COM **گزینه الف پاسخ صحیح است.**

منظریاب تلسکوپ تصویر را برعکس نمایش می‌دهد، اما تصویر تلسکوپ اشمیت-کاسگرین که یک تلسکوپ بازتابی است، هم برعکس و هم وارون جانبی است؛ بنابراین منظره خوشه پروین از پشت چشمی تلسکوپ، وارون جانبی تصویر منظریاب است!

«مسئله های کوتاه»

مسئله کوتاه ۱) IRYSC.COM جدایی زاویه‌ای این دو منبع باید بزرگ‌تر یا مساوی توان تفکیک تلسکوپ رصدخانه ملی ایران باشد. با توجه به اطلاعات داده‌شده داریم:

$$\left.\begin{aligned}\alpha_{rad} = tan\,\alpha = \frac{x}{d}\\ \theta_{diff}^{rad} = ۱.۲۲\,\frac{\lambda}{D}\end{aligned}\right\} \rightarrow \frac{x}{d} = ۱.۲۲\,\frac{\lambda}{D} \rightarrow x = ۱.۲۲\,\frac{۲.۲\times۱۰^{-۶}\,m\times۵۰۰\times۳.۰۹\times۱۰^{۱۶}\,m}{۳.۴۰\,m}$$

فاصله برحسب واحد نجومی:

$$x = ۱.۲۲\times۱۰^{۱۳}\,m = \frac{۱.۲۲\times۱۰^{۱۳}\,m}{۱.۵۰\times۱۰^{۱۱}\,\frac{m}{AU}} = ۸۱.۳\,AU$$

مسئله کوتاه ۲) IRYSC.COM با توجه به توضیحات مساله و این‌که قرمزگرایی نهایی ابرنواختر بیشتر از قرمزگرایی دوپلری کهکشان است، بایستی گرانش سیاهچاله مرکزی باعث قرمزگرایی اضافی شده باشد. حل مساله با استفاده از روابط نسبیتی چنین است:

* $۱ + Z_{final} = (۱ + Z_d)\times(۱ + Z_g) \rightarrow ۱ + ۰.۹۱ = (۱ + ۰.۹)\times(۱ + Z_g) \rightarrow Z_g = ۵.۲۶\times۱۰^{-۳}$

می دانیم شعاع شوارتزشیلد برابر است با : $R_{sch} = \frac{۲GM}{C^۲}$ و همچنین $۱ + Z_g = \frac{۱}{۱-\frac{\Delta\Omega}{C^۲}}$ ؛ نتیجه می‌گیریم: $R_{sch} = Z\times r$. پس می‌توان نسبت مورد نظر را به‌راحتی بدست آورد:

$$\frac{r}{R_{sch}} = ۱۹۰ = ۱.۹۰\times۱۰^{۲}$$

مسئله کوتاه ۳) IRYSC.COM با داشتن چگالی و شعاع هر سیارک که کروی است ابتدا جرم هریک بدست می‌آوریم:

$$\left.\begin{aligned}m_۱ = \rho V_۱ = ۶.۲\times\frac{۴}{۳}\pi r_۱^{۳} \approx ۱۰^{۲۰}\,kg\\ m_۲ = \rho V_۲ = ۶.۲\times\frac{۴}{۳}\pi r_۲^{۳} \approx ۸.۸\times۱۰^{۱۶}kg\end{aligned}\right\} \rightarrow P^۲ = \frac{۴\pi}{G(m_۱+m_۲)}a^۳ \Rightarrow a = \sqrt[۳]{\frac{P^۲G(m_۱+m_۲)}{۴\pi}}$$

با جای‌گذاری T مقدار a برابر ۵۴ کیلومتر بدست می‌آید و آن را دو برابر می‌کنیم تا $۲a$ یعنی فاصله دو سیارک برابر ۱۰۸ کیلومتر معادل نماد علمی ۱.۰۸×۱۰^{۲} حاصل شود.

مسئله کوتاه ۴) IRYSC.COM برای این‌که تمام نور خروجی از عدسی چشمی وارد چشم شود، قطر مردمک خروجی تلسکوپ (D_{ep}) بایستی حداکثر مساوی با قطر مردمک چشم باشد. با استفاده از نسبت کانونی داریم:

$$\left.\begin{aligned}\text{نسبت کانونی} = \frac{f_o}{D_t}\\ D_{ep} = \frac{f_e}{\text{نسبت کانونی}}\end{aligned}\right\} \rightarrow D_{ep} = \frac{f_e}{\frac{f_o}{\text{قطر تلسکوپ}}} \rightarrow f_e = \frac{D_{ep}\times f_o}{D_t} = \frac{۶\times۱۲۰۰\,mm}{۱۲۷mm} = ۵۶.۷ = ۵.۶۷\times۱۰^{۱}$$

*

مسئله کوتاه ۵) IRYSC.COM طبق فرض، مساحت موردنظر، دایره‌ای به شعاع ۲۷هزار سال نوری است. با توجه به ضخامت ۱۰ سانتی‌متری آسفالت داریم:

$$V_{\text{قیر}} = ۲۰٪\times\pi R^۲ t = ۰.۲\pi(۲۷۰۰۰\times۹.۴۶\times۱۰^{۱۵}m)^۲(۰.۱m) = ۴.۱\times۱۰^{۳۹}m^۳$$

حجم خورشید:

$$V_{\text{خورشید}} = \frac{۴}{۳}\pi R^۳ = \frac{۴}{۳}\pi(۶.۹۶\times۱۰^{۸}m)^۳ = ۱.۴\times۱۰^{۲۷}m^۳$$

پاسخ مساله:

$$\frac{V_{\text{قیر}}}{V_{\text{خورشید}}} = \frac{۴.۱\times۱۰^{۳۹}m^۳}{۱.۴\times۱۰^{۲۷}m^۳} = ۲.۹۳\times۱۰^{۱۲}$$

مسئله کوتاه ۶) IRYSC.COM می‌توان جای ماه و زمین را عوض کرد، طوری که به نظر برسد با همان لامپ ها جوری ماه را پوشانده‌ایم که قدر ماه از روی زمین برابر قدر ماه بدر واقعی باشد. با در نظر گرفتن خورشید که قدر ظاهری و ثابت خورشیدی را می‌دانیم:

$$m_{sun} - m_{moon} = ۲.۵\ log\left(\frac{b_{moon}}{b_{sun}}\right) \rightarrow -۲۶.۸ - ۱۲.۷ = ۲.۵\ log\left(\frac{b_{moon}}{۱.۳۷\times۱۰^{۳}}\right) \rightarrow b_{moon} = ۸.۸۱ \times ۱۰^{۲۰}\ W$$ *

روشنایی ماه را برحسب لامپ می‌نویسیم:

$$b_{moon} = \frac{N \times L_{\text{لامپ}} \times \text{راندمان}}{۴\pi d^{۲}} \rightarrow N = ۱.۱۶ \times ۱۰^{۱۵}$$

مسئله کوتاه ۷) IRYSC.COM میدان دید واقعی چشمی را بدست می‌آوریم:

$$\text{نسبت کانونی} = \frac{f_o}{\text{گشودگی}} \rightarrow f_o = ۵ \times ۱۰ \times ۲۵.۴mm = ۱۲۷۰mm$$

چون مریخ روی استوای سماوی است، پس می‌توان با نسبتی ساده، میدان‌دید واقعی چشمی را بدست آورد. می‌دانیم کره سماوی هر ۲۳ ساعت و ۵۶ دقیقه یک‌بار دوران می‌کند، پس میدان‌دید واقعی چشمی برابر است با:

با استفاده از بزرگ‌نمایی داریم:

$$\text{میدان دید واقعی} = \frac{\text{میدان دید ظاهری}}{\text{بزرگ‌نمایی}} \rightarrow \frac{f_o}{f_e} = \frac{۴۵^{\circ}}{۰.۷۱^{\circ}} \rightarrow f_e = \frac{۱۲۷۰\ mm \times ۰.۷۱^{\circ}}{۴۵^{\circ}} = ۲۰.۰\ mm$$